

УДК 629.12.002

Бурмистров Евгений Геннадьевич¹, д.т.н., профессор, профессор кафедры ПиТПС,
e-mail: burmistrov_e_g@mail.ru

Бурмистрова Анастасия Евгеньевна¹, студентка факультета КГиЗОС,
e-mail: sovvesna@yandex.ru

Михеева Татьяна Александровна¹, к.т.н., доцент, доцент кафедры ПиТПС
e-mail: MiheevaTA@yandex.ru

Щеголева Ольга Анатольевна², аспирант кафедры ПиТПС
e-mail: shh151@mail.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

²Самарский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, г. Самара, Россия.

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ЗАМЕНЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ

Аннотация. Рассматриваются некоторые аспекты повышения гибкости сборочно-сварочного производства верфи. Отмечается, что внедрённые на ряде отечественных верфей комплексно механизированные поточные линии оказываются малоэффективными в условиях мелкосерийного производства вследствие недостаточной их загрузки. Указывается, что альтернативу им могут составить комплексно механизированные сборочно-сварочные манипуляторы, оснащённые сборочно-сварочным порталом и комплектом сменно-навесного сборочного и сварочного оборудования.

Ключевые слова: гибкие производственные системы, мелкосерийное производство, механизированная поточная линия, сборочно-сварочный манипулятор

Автоматизация производственных процессов на основе применения высокопроизводительного технологического оборудования сегодня позиционируется как одно из главных направлений обеспечения конкурентоспособности отечественных верфей.

В области судового корпусостроения проблема может быть решена применением гибких производственных систем (ГПС) [1, 2].

Известно, что ГПС ориентированы, главным образом, на крупносерийный и массовый (то есть, поточный) типы производства. Применение именно такой формы организации производства повышает его эффективность и обеспечивает не только увеличение выпуска продукции, но и улучшение всех показателей работы предприятия.

Основными факторами повышения эффективности поточного производства являются [3]: 1) использование высокопроизводительного оборудования; 2) использование новейших технологий; 3) увеличение объёма выпуска продукции; 4) обеспечение ритмичности производства; 5) повышение производительности труда; 6) сокращение длительности производственного цикла; 7) ускорение оборачиваемости оборотных средств; 8) снижение себестоимости продукции; 9) увеличение, прибыльности и рентабельности.

То есть, внедрение ГПС обеспечивает определённые производственные предпочтения.

В настоящее время можно считать окончательно сформировавшейся тенденцию перехода предприятий к высокоавтоматизированному производству [1, 3, 5]. Однако судостроение, которое характеризуется изготовлением небольших партий разнородных изделий с изменяющейся номенклатурой и частой переналадкой оборудования, остаётся практически за бортом этого процесса [1]. Значительные вложения на создание ГПС при этом оказываются экономически не эффективными [4]. Поэтому, вопрос использования ГПС на верфях остаётся открытым. В частности, весьма остро стоит вопрос о целесообразности дальнейшей эксплуатации существующих и разработки новых МПЛ, так как их использование при строительстве судов малыми сериями и в условиях нестабильной загрузки имеет нюансы, решённые только для средне- и крупносерийного типов производства.

Обследование ряда верфей позволило выявить проблемы, наличие которых делает невозможным внедрение на них ГПС или их элементов. В то же время, естественными представляются попытки комплексно механизировать хотя бы некоторые технологические процессы, так как в настоящее время до 70% от общего объёма работ на них выполняются вручную. Применение таких мер позволяет сократить общую трудоёмкость постройки судов в 1,5...2 раза, уменьшить количество необходимой технологической оснастки [5].

Одним из основных элементов ГПС в судостроении традиционно считаются комплексно механизированные поточные линии (МПЛ) [5]. Они широко используют в корпусоборачивающем, сборочно-сварочном, достроечном и других видах производства.

Общий вид МПЛ для изготовления плоских секций приведён на рис. 1.

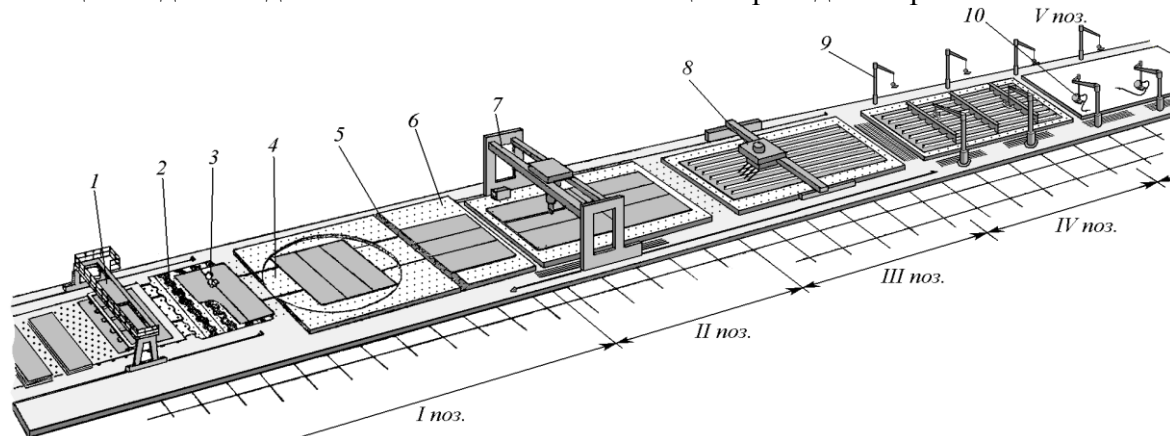


Рис. 1. Общий вид механизированной поточной линии для изготовления крупногабаритных плоскостных секций:

1 – листоукладчик; 2 – сварочный стенд; 3 – автомат сварочный; 4 – разворотный круг; 5 – формирующее устройство; 6 – стенд с роликоопорами; 7 – перегружатель набора; 8 – агрегат для групповой приварки набора; 9 – грузовая стрела; 10 – сварочная стрела

Применение МПЛ имеет очевидные преимущества, так как обеспечивает высокую производительность и ритмичность производства при выпуске изделий большими партиями, способствует высвобождению численности квалифицированных рабочих, повышению производительности труда, сокращение длительности производственного цикла и т.п. [5]. Однако, накопленная статистика эксплуатации МПЛ показывает, что при всех их достоинствах, имеет место ряд факторов, ставящих под сомнение эффективность использования существующих МПЛ и создание и внедрение в производство новых. Аргументами в пользу этого является следующее. МПЛ для изготовления плоских секций, внедрённые за последние 15 лет на ряде отечественных судостроительных заводов (ПАО «Завод «Красное Сормово», АО «Зеленодольский завод им. А.М. Горького», ОАО «Невский ССЗ» и др.) используются крайне неэффективно. При мощностях, рассчитанных на строительство 12 судов (водоизмещением 4,5...6,5 тыс. т) в год каждый из перечисленных заводов строит

не более 7-8 таких судов в год. Это составляет лишь 55...65% от расчётной мощности линий. То есть, для МПЛ попросту недостаточно загрузки и поэтому почти половину производственного времени МПЛ фактически простаивают, а их чрезвычайно дорогостоящее оборудование используется лишь чуть больше, чем наполовину. Это при том, что стоимость таких линий составляет $\approx 23...25$ млн. \$. Ситуацию не всегда спасает даже частичное перепрофилирование МПЛ для изготовления несвойственной для судостроения продукции, например, для изготовления крупногабаритных мостовых конструкций. Во-первых, это тоже, как правило, разовые заказы. Во-вторых, требуется переналадка технологического оборудования линии под изготовление изделий с иными конструктивно-технологическими характеристиками и, соответственно, другими режимами обработки. В-третьих, компетенции персонала для производства корпусных и мостовых конструкций различны и т.д. Кроме того, существующие МПЛ занимают весьма значительные производственные площади. Как правило, это 5-7-ми позиционные линии. Площадь каждой позиции составляет ≈ 220 м². То есть, МПЛ занимает до 1500...2000 м² производственной площади. Всё это делает МПЛ чрезвычайно «дорогим удовольствием», которое позволить себе может далеко не каждое, даже вполне успешное, предприятие.

Анализ опыта передовых предприятий (не только судостроительных), показывает, что достаточно эффективной альтернативой МПЛ на предприятиях с единичным или мелкосерийным типами производства оказываются высокопроизводительные комплексно-механизированные многофункциональные сборочно-сварочные манипуляторы (МФССМ) и участки. На них полностью или частично могут быть механизированы такие работы, как сборка, транспортировка, манипулирование сварочным инструментом и (или) изделием, загрузка/выгрузка и т.д. Наилучших результатов можно достичь при сочетании использования оборудования для механизации перечисленных работ с научной организацией труда и при соблюдении принципов эргономики, правил санитарии и техники безопасности.

Общий вид МФССМ для изготовления плоских секций, перспективного для внедрения в сборочно-сварочных цехах верфей с небольшой загрузкой, приведён на рис. 2.

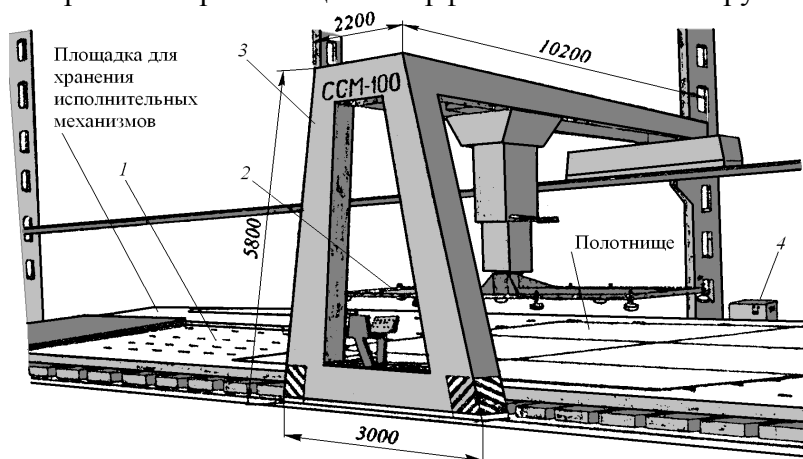


Рис. 2. Общий вид многофункционального сборочно-сварочного манипулятора для изготовления плоских секций:

1 – стенд сборочный; 2 – поворотная электромагнитная траверса; 3 – сборочно-сварочный манипулятор; 4 – многопостовой источник питания сварочного оборудования

Технико-экономическая эффективность МФССМ может быть достигнута за счёт:

- снижения затрат времени на различные вспомогательные работы;
- повышения количества наплавленного металла в единицу времени путём преимущественного выполнения сварки в нижнем положении;
- механизации сборочных работ, установки и переустановки заготовок за счёт применения входящих в состав участка транспортных и подъёмных средств;
- экономии производственных площадей;
- улучшения условий труда вследствие применения вентиляционных устройств, балансиров для подвески инструмента, повышения энергооснащённости рабочих мест и др.;
- снижения расходов на проектирование при использовании типовых решений.

Таким образом, комплексно механизированные МФССМ и участки на их основе, фактически имея сопоставимые с существующими МПЛ технико-экономические показатели и функционал: позволяют выполнять соответствующие единичному и мелкосерийному типам производства задачи (строительство 2...6 судов/год); обеспечивают достаточно высокий уровень гибкости производства, в широком диапазоне конструктивно-технологических характеристик выпускаемой продукции; занимают в 4...5 раз меньшую производственную площадь; дешевле более чем в 5 раз.

К сожалению, несмотря на приведённые выше очевидные достоинства МФССМ обоснованием их внедрения на судостроительных предприятиях взамен традиционных МПЛ (или параллельно с ними), до настоящего времени отраслевая наука не занималась. Это при том, что вопросами создания и внедрения ГПС на основе МПЛ уже в 70...80-х годах XX-го века занимались многие отраслевые НИИ и профильные кафедры многих ВУЗов, включая ВГУВТ (тогда ГИИВТ). В частности, известен своими работами в данной области ЦНИИТС, ныне АО «Центр технологии судостроения и судоремонта». Ряд проектов ЦНИИТС были успешно внедрены на «Адмиралтейских верфях», «Балтийском заводе», «Севмашпредприятии» и других заводах морского судостроения. Кафедра технологии судостроения и профильная проблемная лаборатория Технологии судостроения ГИИВТа под руководством проф. Ю.Г. Кулика тогда же занималась аналогичными работами для заводов речного судостроения. Некоторые проекты кафедры были внедрены на заводе «Ока» (г. Навшино) и «Городецкой судовой верфи» (г. Городец).

Интерес именно к МПЛ в то время, по-видимому, был оправдан крупносерийным и массовым строительством сухогрузных и наливных судов типа «Волго-Дон», «Волго-нефть», «Сормовский», и других, которые строились сериями от 350 до 650 единиц.

В настоящее же время, в связи с мелкосерийным типом судостроительного производства, значительную актуальность приобретают вопросы повышения гибкости производственной системы верфи именно при мелкосерийном строительстве судов. В частности и поэтому, требуется проведение специального исследования по обоснованию разработки, создания и внедрения в сборочно-сварочных цехах верфей комплексных МФССМ.

Выводы

Обоснование замены малоэффективных комплексно механизированными МФССМ представляется весьма актуальным. Для этого на данном этапе необходимо:

- 1) выполнить анализ современного состояния проблемы обеспечения гибкости сборочно-сварочного производства, в том числе рассмотреть совокупность факторов, влияющих на эффективность производства верфи, способы обеспечения гибкости и т.п.;
- 2) теоретически обосновать модели обеспечения гибкости сборочно-сварочного производства при единичном и мелкосерийном типах производства и разработать соответствующую модель ГПС для оптимизации её параметров;
- 3) выполнить экспериментальные исследования модели обеспечения гибкости сборочно-сварочного производства при единичном и мелкосерийном типах производства;
- 4) разработать рекомендаций по повышению гибкости сборочно-сварочного производства при мелкосерийном строительстве судов на основе применения МФССМ;
- 5) выполнить обоснование замены МПЛ на комплексно механизированные МФССМ при произвольной загрузке верфи и подтвердить его соответствующими расчётами.

Список литературы:

1. Бурмистров, Е.Г. Основы механизации и автоматизации судостроительного производства / Е.Г. Бурмистров. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 70 с.
2. ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей. – Москва. – Изд-во Стандартов, 1991.
3. Проблемы разработки и внедрения гибких производственных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://articlekz.com/article/5590>, свободный, – Загл. с экрана.
4. Организационные основы обеспечения гибкости и конкурентоспособности производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vuz-24.ru/nex/vuz-86719.php>, свободный, – Загл. с экрана.
5. Эффективность поточного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://referatwork.ru/category/proizvodstvo/view/291910_effektivnost_potchnogo_proizvodstva, – Загл. с экрана.

SUBSTANTIATION OF PROSPECTS FOR REPLACING MECHANIZED PRODUCTION LINES WITH MULTIFUNCTIONAL ASSEMBLY AND WELDING MANIPULATORS

Evgeny G. Burmistrov, Olga A. Shchegoleva, Tatiana A. Mikheeva

Abstract. Some aspects of increasing the flexibility of assembly and welding production of the shipyard are considered. It is noted that the integrated mechanized production lines introduced in a number of domestic factories turn out to be ineffective in conditions of small-scale production due to their insufficient loading. It is indicated that an alternative to them can be complex mechanized assembly and welding manipulators equipped with an assembly and welding portal and a set of replaceable mounted assembly and welding equipment.

Keywords: flexible production systems, small-scale production, mechanized production line, assembly and welding manipulator